

сивном движении транспорта, требуют полной или частичной замены уже через 20-30 лет.

Библиографический список

Боговая И.О., Теодоронский В.С. Озеленение населённых мест: учеб. пособие для вузов. М.: Агропромиздат, 1990. 234 с.

Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 701 с.

Сродных Т.Б., Савицкая С.В. Старые и новые бульвары Екатеринбурга – анализ состояния насаждений // Леса Урала и хоз-во в них: сб. науч. тр. Екатеринбург, 1998. Вып. 20.

Теодоронский В.С. Методические указания по прохождению учебной практики специализации «Озеленение городов и населённых мест»: метод. указания. М., 1983. 30 с.



УДК 674.048

Е.И. Стенина

(E.I. Stenina)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Стенина Елена Ивановна родилась в 1962 г., в 1984 г. закончила Уральский лесотехнический институт, в 2008 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Технология пропитки древесины мышьяксодержащими антисептиками». С 1993 г. работает в Уральском государственном лесотехническом университете. В настоящее время является доцентом кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины. Имеет более 30 печатных работ, посвященных интенсификации процесса пропитки древесины

**К ВОПРОСУ ОПАСНОСТИ МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ
АНТИСЕПТИКОВ**

(ABOUT RISK OF ARSENIC-RICH ANTISEPTICS)

Рассмотрены различные аспекты воздействия мышьяка на организм человека, особенности кругооборота его в биосфере и степень опасности соответствующих производств.

This article contains information about various aspects of influence to arsenic on the organism of man, peculiarities of its circulation in the biosphere and relevant industries and their departures.

Мышьяк является одним из старейших и, как показала практика, наиболее эффективных консервантов древесины. Мировой опыт применения его в качестве биоцида насчитывает более 250 лет. Основным мировым производителем мышьяксодержащих препаратов являются США, где, по данным Американского института охраны леса, в 1994 г. 80 % от всего объема переработанной древесины обрабатывались антисептиками группы ССА, основными компонентами которых являются хром (Cr), медь (Cu), мышьяк (As) (Копылов, Каминский, 2004). Из 55 препаратов этой группы, зарегистрированных к концу XX в., 50 европейских. Единственным отечественным консервантом группы ССА является антисептик УЛТАН (Беленков, 2002).

В настоящее время на потребительском рынке дешевые высокоэффективные водорастворимые мышьяксодержащие препараты, предназначенные для защиты древесины, эксплуатирующейся в жестких условиях, представлены крайне незначительно. Основной причиной данного положения специалисты называют возникшую в 70–80-х годах XX в. арсенофобию, которая базировалась на сомнительных данных, чрезмерном и непродуманном увлечении мышьяковыми препаратами и зачастую пренебрежительном отношении к правилам техники безопасности и охраны окружающей среды (Копылов, Каминский, 2004). В конечном итоге это привело к резкому спаду применения данных соединений во многих областях техники, сельском хозяйстве, медицине.

До сих пор не утихающие споры о целесообразности применения для биозащиты древесины препаратов, содержащих в своем составе соединения мышьяка, делают необходимым детальное рассмотрение вопросов воздействия этого элемента на организм человека, особенностей кругооборота его в биосфере и степени опасности соответствующих производств и их отходов.

К концу XX в. было разработано несколько системных подходов оценки влияния этого элемента на биосферу и, в частности, на человека, основанных на тех или иных классификационных признаках. Так, В.С. Гамаюрова отмечает, что мышьяк может быть отнесен к рассеянными элементами, присутствующим во всех сферах окружающей среды, которые не накапливаются в воздушной, водной и биологических сферах, имеют низкий индекс аккумуляции в почве и среднюю или низкую подвижность в среде (Гамаюрова, 1993). Накопление мышьяка в пищевой среде отсутствует, поэтому отравление им из-за употребления продуктов, в том числе морских, невозможно, но потенциально существует вероятность интоксикации питьевой водой с большой концентрацией арсенитов.

Е.А. Вулсон (Woolson, 1977) предложил схему кругооборота мышьяка в биосфере, основанную на представлении, что соединения этого элемента в почвах и отложениях существуют в динамическом равновесии с окружающей средой, которое находится под влиянием комплекса изменяющихся факторов, таких как естественное содержание мышьяка в различных подсистемах окружающей среды (почве, воде, биоте, отложениях); скорость миграции соединений между данными подсистемами и внутри них; форма соединений; нагрузка, изменяющая состояние равновесия, и т.д.. Доминирующими процессами называются адсорбция и десорбция мышьяка почвами и донными отложениями.

В классификационном ряду опасных загрязняющих веществ мышьяк занимает предпоследний (VII) класс после фторидов (VI класс), углеводородов нефти и оксида углерода (V класс), ртути, свинца и диоксида углерода (IV класс) (Bignoli, Sabbioni, 1984). В таблице Харриса (Труды ..., 1961), составленной на основании индекса опасности для окружающей среды, который учитывает как токсичность элемента, так и степень его подвижности в окружающей среде, As занимает последнее место (таблица).

Индекс опасности элемента для окружающей среды

Элемент	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn	Se	As
Индекс опасности	40...1600	13	9	7	4,6	0,7	0,7

До недавнего времени однозначно считалось, что мышьяк обладает токсичным кумулятивным действием. Однако многочисленные исследования последних десятилетий опровергают этот тезис. Ранее выдвинутое мнение о канцерогенности соединений мышьяка также подвергнуто сомнению, так как оно основывалось на косвенных выводах и детально не изучалось (Гамаюрова, 1993; Frost, 1967). Часть соединений этого элемента, подвергнувшись исследованию, не является первичными канцерогенами и эффективно применяется при лечении хронических форм лейкемии (Frost, 1967).

Безопасность использования мышьяковых консервантов подтверждается многочисленными проводимыми в США медицинскими наблюдениями за здоровьем рабочих, занятых на предприятиях, производящих мышьяковые антисептики и обрабатывающих пропитанную ими древесину. Так, по выводам В. Валдвина (Baldwin, 1983) у работников, занятых на данном производстве, не было обнаружено профессиональных заболеваний, что подтверждает надежную фиксацию данных веществ в древесине в нетоксичной форме и высокую безопасность процесса в целом при условии соблюдения основных санитарно-технических требований.

В производственных условиях острые отравления мышьяком происходят вследствие грубых нарушений техники безопасности или аварийных ситуаций. Эти случаи достаточно редки и происходят, как показала прак-

тика, в основном на металлургических заводах (Копылов, Каминский, 2004).

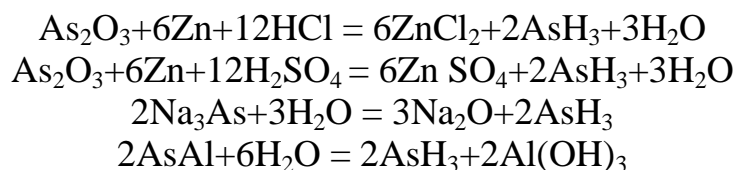
Технологический процесс обработки древесины мышьяксодержащими препаратами является многооборотным и основан на поддержании необходимого объема пропиточного раствора за счет его пополнения свежими порциями, что исключает слив отработанной жидкости. При этом возможны следующие виды производственных отходов: шлам из пропиточных емкостей, твердые осадки, загрязненный воздух и тара из-под антисептика.

Одноразовая тара подлежит сжиганию в котельных, оборудованных адсорбционными фильтрами, а многооборотная – многократному промыванию водой, которая в дальнейшем используется для приготовления пропиточного раствора.

При длительном хранении готовых растворов препаратов группы ССА на стенках емкостей возможно образование твердого осадка оксида меди, а также арсенатов меди и хрома. При их обработке серной кислотой получается медный и хромовый купоросы в концентрированном виде, а добавление мышьяковой кислоты позволяет получить начальный продукт.

Как показали исследования, в воздухе мышьяк может находиться в виде аэрозольной и газовой составляющих. На последнюю приходится 0,1-0,5 % от общего содержания в атмосфере (Tanaka at al, 1984). Поэтому этот элемент не накапливается в воздухе, а оседает с пылью и вымывается с дождями. Время пребывания As в воздушной среде составляет 9 дней (Woolson, 1975).

Важнейшим условием выброса в атмосферу промышленных отходящих газов является отсутствие в них арсина (AsH_3), который примерно в 60 раз токсичнее арсенатов. Образование арсина возможно в результате следующих реакций (Копылов, Каминский, 2004):



Данное обстоятельство обуславливает необходимость очищения мышьяксодержащих аэрозолей перед выбросом в атмосферу в адсорбционных фильтрах, а также исключения возможности сброса промтоходов в воду и затапливаемые грунты.

Фактором, определяющим ядовитость соединений мышьяка, по мнению В.С. Гамаюровой (1993), может быть растворимость в воде: нерастворимые и малорастворимые соединения органической и неорганической природы, как правило, имеют низкую токсичность. Таким образом, шлам, образующийся в процессе консервации древесины биоцидами группы ССА и содержащий соли меди, а также чрезвычайно труднорастворимые арсенаты меди и хрома, является малотоксичным.

С целью снижения вымывания мышьяка при очистке шламов возможно дополнительно вводить оксид кальция, в результате чего образуется арсенат кальция (Аршинников и др., 1975). Добавка более 5 % извести в 200-500 раз снижает переход мышьяка из отходов в грунтовые воды, водоемы и почву (Бузур-Оол и др., 1968).

При выборе мест захоронения мышьяксодержащих шламов необходимо учитывать, что остаточный мышьяк, как правило, в виде арсенатов, или выщелачивается в подпочву, или адсорбируется оксидами металлов (в основном аморфными композициями железа, алюминия, а также магния, марганца и др.) и переходит в малорастворимые комплексные соли. Грунты с повышенным содержанием активного железа связывают мышьяк в устойчивую структуру (Fe-As), когда этого железа недостаточно, основное количество As взаимодействует с активным алюминием и обменным кальцием. Сорбция арсенатов возрастает с повышением содержания в почве глины, состоящей главным образом из активного железа и алюминия, и сопровождается медленным установлением равновесия, снижением растворимости арсенатов и стабилизацией связанных форм (Woolson at al, 1971).

Сорбция арсенат-ионов коллоидными частицами почвы, мицеллами, содержащими железо и алюминий, делает этот элемент малодоступным для всасывания и ограничивает поступление его в биологическую среду, поэтому содержание As в растениях неэквивалентно его концентрации в грунте (Мышьяк: гигиенические критерии ... , 1985). Биоокисление и биометилирование с участием бактерий являются основными процессами, определяющими удаление мышьяка из почвы и препятствующими его накоплению (Гамаюрова, 1993). Полупериод сохранения в почве арсенатов составляет 6 лет, кислот МАК и ДМАК – 5,2-5,6 лет, элементарного мышьяка – $6,5 \pm 0,4$ года (Woolson at al, 1971). Индивидуальные особенности почв (содержание органических соединений, влажность, температурный режим) и внешние природные условия, способствующие микробиологическим процессам, ускоряют удаление соединений As.

По мнению зарубежных специалистов, значительный рост использования мышьяксодержащих антисептиков произойдет в начале XXI в. из-за их высокой защищающей способности и технологических качеств, меньшей стоимости и, как показывают последние исследования, не столь однозначной опасности.

Библиографический список

Аршинников В.А. и др. Профилактика и защита при работе с мышьяковыми материалами // В.А. Аршинников, А.А.Розловский, В.А. Богданов [и др.] // Цветметинформация. 1975. № 11. С. 58.

Беленков, Д.А. Защите древесины от гниения – достойное внимание // Лесной комплекс. 2002. № 1. С. 34-39.

Бузур-Оол Д.Б., Вольфцун Б.В., Шимит Б.Д. // Цветные металлы. 1968. № 1. С. 42.

Гамаюрова, В.С. Мышьяк в экологии и биологии. М.: Наука, 1993. 208 с.

Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк. Новосибирск: Сиб. ун-т. изд-во, 2004. 363 с.

Мышьяк: гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева: ВОЗ, 1985. Т.18. 185 с.

Труды института лесохозяйственных проблем и химии древесины АН ЛатвССР. Рига, 1961. № 23. С. 115.

Baldwin W.J. Arsenic: industrial, biomedical, environmental perspectives. Proc. Arsenic symp. Gaithersburg. 1981. / Ed. W.H. Lederer, R.J. Fensterhein. N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1983. P. 99-111.

Bignoli G., Sabbioni E. // Environ. Monit. and Assesment. 1984. Vol. 4. № 1. P. 53.

Frost D.V. Fed. Proc. 1967. Vol.26. № 1. P. 194.

Tanaka S., Kaneko M., Hashimoto Y.// J. Chem. Soc. Jap. Chem. And Indastr. Chem. 1984. P. 637 (цит. по: РЖХим., 1984, 19И532).

Woolson E.A. Arsenical pesticides. // Wash. (D.C.): Amer. Chem. Soc., 1975. P. 97.

Woolson E.A. // Environ. Health Perspect. 1977. Vol.19. P. 73.

Woolson E.A., Axoley J.H., Kearney P.C. // Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 1971. Vol.35. № 9. P. 938.



УДК 634. 630.165 (470.5)

В.А. Крючков, В.В. Озорнина
(V.A. Kruchkov, V.V. Ozornina)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Крючков Виктор Алексеевич родился в 1938 г. В 1960 г. окончил Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. В 1967 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Актиномицеты почв Среднего Урала». С 1971 г. работал доцентом, с 1996 г. в должности профессора кафедры ботаники и защиты леса УГЛТУ. Имеет 170 научных работ в области физиологии и биохимии, мониторинга перспективных древесно-кустарниковых растений, депонирующих повышенные количества БАВ, интродукции.